

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



555072

(43) Date de la publication internationale
11 novembre 2004 (11.11.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/097945 A1

(51) Classification internationale des brevets⁷ :
H01L 31/0224, 31/18

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2004/050173

(22) Date de dépôt international : 27 avril 2004 (27.04.2004)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
03 50136 29 avril 2003 (29.04.2003) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : COM-
MISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE [FR/FR];
31-33, rue de la Fédération, F-75752 PARIS 15ème (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : RIBEY-
RON, Pierre-Jean [FR/FR]; 191, Impasse des prés,
F-38330 SAINT ISMIER (FR). PIROT, Marc [FR/FR];
le Bourg, F-38450 MIRIBEL-LANCHATRE (FR).

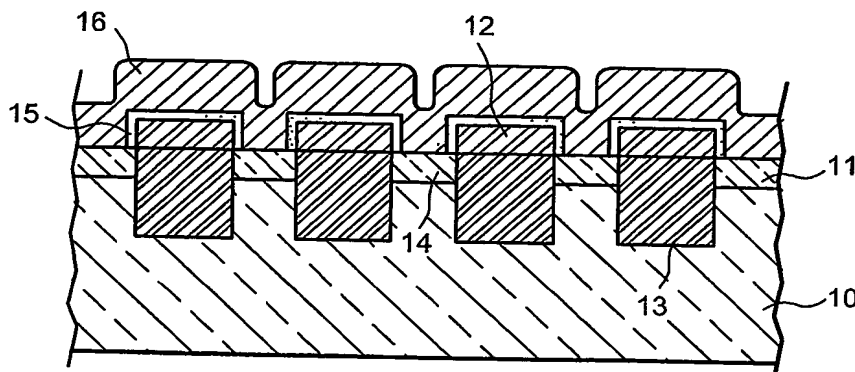
(74) Mandataire : LEHU, Jean; BRÉVATOME, 3, rue du
Docteur Lancereaux, F-75008 PARIS (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO,
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,
GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG,
KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG,
MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH,
PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD FOR PRODUCTION OF A SEMICONDUCTOR DEVICE WITH AUTO-ALIGNED METALLISATIONS

(54) Titre : PROCEDE DE REALISATION D'UN DISPOSITIF SEMI-CONDUCTEUR A METALLISATIONS AUTO-ALI-
GNEES.



(57) Abstract: The invention relates to a method for production of a semiconductor device, comprising the following steps: produc-
tion of a first principal face of a semiconductor substrate in a region doped with a first conductivity type and of at least one window,
deposition of a first metallisation region on the doped region, deposition of a dielectric layer on at least the window and the first
metallised region, etching at least one first opening in the dielectric layer in the vicinity of the window in order to house a second
type of doped region, whilst laterally providing a non-doped part of the semiconductor substrate between the doped regions, doping
the substrate leading to the region doped with the second type of conductivity, and deposition of a second metallisation region. The
above is particularly of application to thin layer solar cells.

(57) Abrégé : Il s'agit d'un procédé de réalisation d'un dispositif semi-conducteur comportant les étapes suivantes : - réalisation sur
une première face principale d'un substrat semi-conducteur d'une région dopée d'un premier type de conductivité et d'au moins une
fenêtre, - dépôt d'une première zone de métallisation sur la région dopée, - dépôt d'une couche diélectrique sur au moins la fenêtre et
la première zone de métallisation, - gravure d'au moins une première ouverture dans la couche diélectrique au niveau de la fenêtre
pour accueillir une région dopée d'un second type de conductivité tout en aménageant latéralement une portion non dopée du substrat
semi-conducteur entre les régions dopées, - dopage du substrat conduisant à la région dopée du second type de conductivité, dépôt
d'une seconde zone de métallisation. Application notamment aux cellules solaires en couche mince.

WO 2004/097945 A1



(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

**PROCEDE DE REALISATION D'UN DISPOSITIF SEMI-CONDUCTEUR
A METALLISATIONS AUTO-ALIGNEES**

DESCRIPTION

5 DOMAINE TECHNIQUE

La présente invention est relative à un procédé de réalisation d'un dispositif semi-conducteur à métallisations auto-alignées placées sur une même face d'un substrat semi-conducteur. Un tel dispositif
10 peut être, par exemple, une cellule solaire possédant des jeux de métallisations en peigne imbriqués, et le procédé convient particulièrement à la réalisation de cellules solaires sur silicium monocristallin en couche mince. Le procédé peut s'appliquer bien entendu à
15 d'autres dispositifs semi-conducteurs possédant des métallisations imbriquées notamment en peigne.

ÉTAT DE LA TECHNIQUE ANTÉRIEURE

Une description d'un procédé de réalisation
20 de cellules solaires est donnée par exemple dans le brevet US-A-6 426 235. Dans ce document les cellules solaires ont deux jeux de métallisations en peigne inter-digités en face arrière et c'est la face avant qui est éclairée. On peut se référer à la figure 1A qui
25 montre un exemple de cellule solaire conforme à celle décrite dans ce document. Sur cette figure la référence 1 représente un substrat en matériau semi-conducteur d'un premier type de conductivité, par exemple de type p, comportant en surface une couche 3 dopée d'un second
30 type de conductivité (de type n^+). Le substrat 1, par

exemple en silicium, va servir d'anode tandis que la couche 3 va servir de cathode. La couche 3 est partiellement ôtée à certains endroits pour mettre à nu le substrat 1. Au moins une couche 4 d'oxyde est
5 ensuite déposée sur la couche 3 et le substrat 1 mis à nu et des ouvertures sont pratiquées dans cette couche d'oxyde 4 pour atteindre, d'une part le substrat 1 et d'autre part la couche 3, afin de pouvoir délimiter des régions semi-conductrices ayant des types de
10 conductivités opposés, correspondant à l'anode et à la cathode, devant être connectées respectivement à un premier jeu de métallisations 5 en peigne et à un second jeu de métallisations 6 en peigne. Ces deux jeux de métallisations en peigne 5, 6 sont inter-digités.
15 Dans l'exemple, le premier jeu de métallisations 5 en peigne correspond à l'anode de la cellule et le second jeu de métallisations en peigne 6 correspond à la cathode de la cellule.

Les deux jeux de métallisations 5, 6 en
20 peigne s'étendent au-dessus de la couche diélectrique 4 mais bien sûr ne doivent pas venir en contact l'un avec l'autre ce qui créerait un court-circuit. Or, il est très difficile de bien positionner entre eux les jeux de métallisations 5, 6 en peigne. La réalisation de ces
25 métallisations en peigne se fait généralement par sérigraphie. Il est nécessaire de limiter au minimum la distance séparant deux métallisations successives appartenant à des jeux différents pour que la plus grande surface possible soit pourvue de métallisations,
30 en effet ces métallisations ont également un rôle de réflecteur de lumière puisqu'elles sont placées sur la

face arrière de la cellule. Cette distance est typiquement comprise entre environ une dizaine voire une centaine de micromètres pour obtenir des cellules solaires performantes. Avec de telles distances, le
5 risque de court-circuit entre les deux jeux de métallisations en peigne est grand.

Une étape finale consiste à fixer un support isolant électrique au-dessus des jeux de métallisations en peigne de manière à pouvoir séparer
10 un film mince du substrat, si on a prévu au préalable dans le substrat une couche fragilisée. La fixation par collage n'est pas aisée puisque la surface devant recevoir le support comporte un certain nombre de reliefs dus aux jeux de métallisations et l'épaisseur
15 de colle n'est pas uniforme.

Dans la demande de brevet EP-A-0 776 051, il est décrit également une cellule solaire ayant deux jeux de métallisations en peigne inter-digités placés sur la face arrière de la cellule. La figure 1B montre
20 de manière schématique une telle cellule solaire. Dans un substrat semi-conducteur 10 recouvert d'une couche superficielle 11 d'un premier type de conductivité (de type n^+), on dépose un premier jeu de métallisations 12 en peigne par exemple en aluminium. Sur la coupe de la
25 figure 1B, on ne voit qu'une succession de dents du peigne. Ce jeu de métallisations 12 en peigne est soumis à un traitement thermique approprié de manière à ce qu'il diffuse dans le substrat à travers la couche du premier type de conductivité pour former un motif 13
30 correspondant d'un second type de conductivité (de type p^+), le motif 13 comporte des dents espacées les unes

des autres par des régions 14 de la couche 11 du premier type de conductivité. Une couche d'oxyde 15 est déposée en surface, elle recouvre le premier jeu de métallisations 12 en peigne et les régions 14 de la
5 couche 11 du premier type de conductivité. La couche d'oxyde 15 est ôtée localement pour mettre à nu les régions 14. Une couche conductrice 16 est déposée en surface. Cette couche 16 surmonte la couche d'oxyde 15 sur les bandes conductrices 12 et les régions 14 de la
10 couche 11 du premier type de conductivité. Cette couche conductrice 16 contribue à former un second jeu de métallisations qui coopère avec les zones 14 du premier type de conductivité. Par rapport à la structure de la figure 1A, les deux jeux de métallisations 12, 16 en
15 peigne sont isolés électriquement l'un de l'autre par la couche diélectrique 15. L'inconvénient de ce type de cellule solaire est que des risques de court-circuit existent entre les régions 14 du premier type de conductivité et le motif 13 du second type de
20 conductivité car ils sont accolés.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

La présente invention a justement comme but de proposer un procédé de réalisation d'un dispositif
25 semi-conducteur qui ne présente pas les inconvénients mentionnés ci-dessus, à savoir ces risques de court-circuit entre les deux jeux de métallisations et entre les régions de conductivité de types opposés et qui de plus est bon marché.

30 un procédé de réalisation d'un dispositif semi-conducteur comportant les étapes suivantes :

-réalisation sur une première face principale d'un substrat semi-conducteur d'une région dopée d'un premier type de conductivité et d'au moins une fenêtre délimitant la dite région,

5 - dépôt d'une première zone de métallisation sur la région dopée du premier type de conductivité,

 - dépôt d'une couche diélectrique sur au moins la fenêtre et la première zone de métallisation,

10 - gravure d'au moins une première ouverture dans la couche diélectrique au niveau de la fenêtre mettant à nu le substrat, destinée à accueillir une région dopée d'un second type de conductivité tout en aménageant latéralement une portion non dopée de
15 substrat entre la région dopée du second type de conductivité et la région dopée du premier type de conductivité,

 - dopage du substrat conduisant à la région dopée du second type de conductivité,

20 - dépôt d'une seconde zone de métallisation recouvrant la couche diélectrique et venant en contact avec la région dopée du second type de conductivité.

 Ainsi, le dispositif semi-conducteur obtenu est bon marché car aucune étape de lithographie n'est
25 utilisée lors de sa réalisation, contrairement à l'art antérieur, ces étapes de lithographie étant coûteuses et incompatibles industriellement avec une application préférentielle de cellules solaires.

 La région dopée du premier type de
30 conductivité peut être réalisée par dépôt d'une couche dopée du premier type de conductivité sur la face

principale du substrat et gravure dans la couche dopée du premier type de conductivité de la fenêtre mettant à nu le substrat.

En variante, la région dopée du premier type de conductivité peut être réalisée par formation d'une couche diélectrique sur la face principale du substrat, par décapage d'une partie du diélectrique à l'aide d'une pâte décapante par sérigraphie formant une zone décapée au contour de la future région dopée du premier type de conductivité, par dopage de la zone décapée, par retrait du diélectrique restant pour former la fenêtre.

Dans une autre variante, la région dopée du premier type de conductivité peut être réalisée par formation d'une couche diélectrique sur la face principale du substrat, par décapage d'une partie du diélectrique à l'aide d'une pâte décapante par sérigraphie formant une zone décapée au contour de la future région dopée du premier type de conductivité, par dopage de la zone décapée, le diélectrique restant formant la fenêtre.

Au moins une gravure peut être une gravure laser, ce qui permet d'obtenir une gravure fine.

En variante la gravure peut être une gravure par sérigraphie à l'aide d'une pâte apte à décaper du matériau diélectrique.

Le dépôt d'au moins une zone de métallisation se fait par sérigraphie.

La région dopée du premier type de conductivité et la région dopée du second type de

conductivité peuvent être imbriquées l'une dans l'autre.

La première ouverture est plus petite en superficie que la fenêtre, ce qui permet d'aménager la
5 portion non dopée du substrat.

Le dépôt de la première zone de métallisation sur la région dopée du premier type de conductivité peut se faire avant ou après l'étape de gravure de la fenêtre.

10 Il est préférable que la gravure de la couche dopée du premier type de conductivité attaque le substrat semi-conducteur pour éviter tout court circuit entre les régions dopées. L'étape de dépôt d'une
15 seconde zone de métallisation peut précéder celle de dopage du substrat conduisant à la région dopée du second type de conductivité, le matériau de la seconde zone de métallisation étant recuit de manière à diffuser dans le substrat au niveau de la première ouverture.

20 Le substrat peut être formé d'un empilement avec une couche fragilisée et une couche mince, la couche fragilisée étant en profondeur, la face principale du substrat sur laquelle la couche dopée du premier type de conductivité est déposée, étant une
25 face de la couche mince.

Le procédé peut comporter une étape de fixation de la seconde zone de métallisation sur un support isolant électrique.

30 Cette étape peut être suivie d'une étape de dissociation de la couche mince du substrat au niveau de la couche fragilisée.

Le procédé peut comporter une étape de protection de la couche mince du côté où elle a été dissociée.

5 L'étape de gravure de la première ouverture peut inclure la gravure d'une seconde ouverture au niveau de la première zone de métallisation mettant à nu une plage de métallisation dont est dotée la première zone de métallisation.

10 L'étape de dépôt de la seconde zone de métallisation épargne la seconde ouverture.

Le dispositif peut être formé d'une ou plusieurs cellules solaires. Les cellules solaires peuvent être connectées en série et/ou en parallèle.

15 BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS

La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description d'exemples de réalisation donnés, à titre purement indicatif et nullement limitatif, en faisant référence aux dessins annexés sur
20 lesquels :

Les figures 1A, 1B (déjà décrites) montrent en coupe des cellules solaires de l'art antérieur ;

La figure 2A montre en coupe un dispositif obtenu par le procédé de l'invention et la figure 2B un
25 module de cellules solaires obtenu par le procédé de l'invention ;

Les figures 3, 4A, 4B, 4C, 4D, 4E, 5A, 5B, 6A, 6B, 7A1, 7A2, 7B, 8A, 8B, 9A, 9B, 10 illustrent différentes étapes de procédés selon l'invention pour
30 la réalisation d'un dispositif semi-conducteur selon l'invention.

Des parties identiques, similaires ou équivalentes des différentes figures décrites ci-après portent les mêmes références numériques de façon à faciliter le passage d'une figure à l'autre.

5 Les différentes parties représentées sur les figures ne le sont pas nécessairement selon une échelle uniforme, pour rendre les figures plus lisibles.

10 EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS

On va maintenant se référer à la figure 2A qui montre en coupe un dispositif semi-conducteur obtenu par un procédé selon l'invention. Dans cet exemple il s'agit d'une cellule solaire, mais il
15 pourrait s'agir d'un autre dispositif semi-conducteur. Cette cellule solaire comporte un substrat semi-conducteur 20 que l'on suppose dans cet exemple épais. Ce substrat semi-conducteur 20 peut être par exemple en silicium. Dans une variante que l'on décrira par la
20 suite aux figures 3 à 10, le substrat semi-conducteur est mince.

Le substrat semi-conducteur 20 comporte, au niveau d'une première face principale 20.1 qui dans cet exemple est du côté de la face arrière de la cellule
25 solaire, une région dopée 21 d'un premier type de conductivité. On suppose que cette région dopée 21 est de type n+.

Cette région dopée 21 du premier type de conductivité est connectée à une première zone 22 de
30 métallisation, cette première zone 22 de métallisation est la plus proche du substrat semi-conducteur. Dans

l'exemple, la première zone 22 de métallisation est digitiforme avec un seul doigt se terminant par une
3 plage de métallisation 29. La plage de métallisation 29
n'est visible que sur la figure 2B, à laquelle on se
5 réfère également, et qui représente un module de
cellules solaires conformes à celle de la figure 2A.

La première zone 22 de métallisation
pourrait être dotée de plusieurs doigts reliés ensemble
par une plage de métallisation et ainsi prendre la
10 forme d'un peigne comme on le verra par la suite.

La première zone 22 de métallisation ne
recouvre que partiellement la région dopée 21 du
premier type de conductivité, une partie 24 est
épargnée. Une couche diélectrique 23 recouvre à la fois
15 la première zone 22 de métallisation, la partie 24
ainsi que la région 25 du substrat 20 se trouvant de
part et d'autre de la région dopée 21 du premier type
de conductivité. La couche diélectrique 23 possède des
premières ouvertures 26 fines de part et d'autre de la
20 région dopée 21 du premier type de conductivité. Ces
ouvertures 26 délimitent sensiblement une région dopée
27 ayant un second type de conductivité opposé au
premier type (dans l'exemple de type p+). Cette région
dopée 27 du second type de conductivité est disjointe
25 de la région dopée 21 du premier type de conductivité.
Cela signifie qu'entre les deux régions dopées ayant
des types de conductivité opposés, il subsiste
latéralement une portion 25.1 non dopée du substrat 20
recouverte de la couche diélectrique 23. Cette portion
30 25.1 non dopée a un rôle de barrière entre les deux

régions dopées 21, 27 ayant des types de conductivités opposés.

Cela n'était pas le cas dans la demande de brevet européen citée plus haut dans laquelle une
5 région dopée du premier type de conductivité et une région dopée du second type de conductivité étaient toujours jointives latéralement, c'est à dire accolées.

La couche diélectrique 23 comporte également une seconde ouverture 30 qui laisse
10 apparaître totalement ou partiellement la plage de métallisation 29 de la première zone 22 de métallisation comme le montre la figure 2B.

La couche diélectrique 23 ainsi que les premières ouvertures 26 à l'exception de la seconde
15 ouverture 30 sont recouvertes d'une couche 28 électriquement conductrice qui forme une seconde zone 28 de métallisation connectée à la région dopée 27 du second type de conductivité, au niveau des premières ouvertures 26. Cette seconde zone 28 de métallisation
20 présente des métallisations espacées les unes des autres et forme un contact ohmique avec la région dopée 27. La seconde zone 28 de métallisation est la plus éloignée du substrat semi-conducteur 20. Ainsi dans le dispositif semi-conducteur selon l'invention, le risque
25 de court-circuit entre une région dopée 21 du premier type de conductivité et une région dopée 27 du second type de conductivité est éliminé même si les lieux de connexion d'une région dopée d'un type de conductivité avec sa zone de métallisation et ceux de l'autre région
30 dopée avec sa zone de métallisation sont très proches les uns des autres.

La première zone 22 de métallisation et la seconde zone 28 de métallisation sont empilées et séparées par du diélectrique 23, ainsi elles sont facilement auto-alignées. Il n'y a ainsi pas de risque de court-circuit entre la première et la seconde zone de métallisation.

Dans l'empilement, le diélectrique 23 et la zone de métallisation 22 la plus éloignée du substrat 20 laissent apparaître une partie de la zone de métallisation 27 la moins éloignée du substrat.

La couche électriquement conductrice 28 aura avantageusement une face libre sensiblement plane, elle comble ainsi les différences de reliefs dues notamment à l'empilement de la région dopée 21 du premier type de conductivité, de la première zone 22 de métallisation et de la couche diélectrique 23 sur le substrat 20. Cette planéité est intéressante également pour l'encapsulation en module des substrats massifs. Dans le cas d'une cellule solaire, la seconde face principale 20.2 du substrat semi-conducteur 20 peut être recouverte d'une couche 31 d'isolant électrique de protection, par exemple en nitrure de silicium, cette couche 31 étant transparente pour l'éclairement reçu puisqu'elle se trouve sur la face avant de la cellule solaire. La flèche matérialise l'éclairement que reçoit la cellule solaire. Cette couche 31 a également un rôle de passivation de surface du substrat 20 et de couche antiréfléctive pour permettre à une quantité maximale de lumière de pénétrer dans le substrat.

Sur la figure 2B, on voit que la seconde zone 28 de métallisation laisse apparaître la plage de métallisation 29 mise à nu par la seconde ouverture 30.

On peut ainsi regrouper, par une
5 fabrication par lots, sur un même substrat 20, en un module 36, plusieurs de ces cellules solaires 35 dans un montage série et/ou parallèle. Ce module 36 comporte neuf cellules 35 montées en trois groupes 36.1, 36.2, 36.3 de trois cellules en série disposées selon des
10 lignes, les trois groupes série 36.1, 36.2, 36.3 étant montés en parallèle.

On vient de décrire une configuration dans laquelle la région dopée 27 du second type de conductivité s'étendait de part et d'autre de la région
15 dopée 21 du premier type de conductivité. On peut envisager que l'inverse soit possible comme on va le montrer par la suite. De manière plus générale, la région dopée du premier type de conductivité et la région dopée du second type de conductivité sont
20 imbriquées l'une dans l'autre, tout en restant séparées latéralement l'une de l'autre par la portion non dopée 25.1 du substrat. Les métallisations de la seconde zone 28 de métallisation définissent au moins un espace 37 (dans lequel s'étend la région dopée 21 du premier type
25 de conductivité) et la connexion de la première zone 22 de métallisation avec la région dopée 21 avec laquelle elle coopère se fait dans l'espace 37.

On va maintenant s'intéresser au procédé de réalisation d'un dispositif semi-conducteur conforme à
30 l'invention. On suppose que le dispositif semi-conducteur ainsi réalisé est une cellule solaire en

silicium monocristallin en couche mince. On se réfère aux figures 3 à 10.

On part d'un substrat 40 semi-conducteur par exemple à base silicium monocristallin présentant
5 à une profondeur donnée une couche fragilisée 41 de manière à permettre ultérieurement le détachement d'une couche mince 43, se trouvant d'un côté de la couche fragilisée 41, du reste du substrat 40. Cette couche fragilisée 41 peut par exemple être formée à la surface
10 d'un substrat de base 42 de silicium monocristallin massif par un traitement d'anodisation, ou par implantation ionique d'espèces gazeuses par exemple d'hydrogène dans le substrat de base 42 ou par tout autre procédé de fragilisation.

15 La couche mince 43 qui se trouve au-dessus de la couche fragilisée 41 peut être formée en totalité ou en partie par épitaxie. On effectue en surface une croissance épitaxiale de silicium pour obtenir une épaisseur de quelques dizaines de micromètres au-dessus
20 de la couche fragilisée 41 (figure 3). L'épitaxie peut être une épitaxie en phase gazeuse ou en phase liquide par exemple.

On aurait toutefois pu se passer d'épitaxie pour réaliser la couche mince 43 si l'implantation
25 ionique est suffisamment profonde.

On va ensuite réaliser une région dopée 44.1 d'un premier type de conductivité par exemple n+. On déposera ensuite une première zone de métallisation 46 sur la région dopée 44.1 du premier type de
30 conductivité.

Dans un premier mode de réalisation, on réalise une couche dopée 44 sur toute la surface 40.2 du substrat 40. Cette couche dopée 44 peut être réalisée par diffusion d'atomes de phosphore ou
5 implantation d'ions phosphore dans le substrat 40 (en fait dans la couche mince 43 du substrat 40) ou par ajout d'un dopant approprié (par exemple de la phosphine PH_3) en fin de croissance épitaxiale de la couche épitaxiée formant la couche mince. Cette couche
10 dopée 44 est représentée sur les figures 4A, 4B.

On va ensuite délimiter la couche dopée 44 pour obtenir la région dopée 44.1 du premier type de conductivité. Pour cela, on réalise au moins une fenêtre 45 dans la couche dopée 44 afin de mettre à nu
15 le substrat 40 qui se trouve dessous. Par la suite, on a employé le terme substrat mais il s'agit de la couche mince du substrat s'il y a une couche mince. La fenêtre 45 est visible sur les figures 5A, 5B.

Cette étape peut être réalisée par gravure
20 laser. La gravure laser est une méthode précise et rapide, ce qui est avantageux. Cela fait baisser le coût de fabrication du dispositif selon l'invention. Le motif de la fenêtre 45 est tel qu'il va contribuer à délimiter la région dopée 44.1 du premier type de conductivité et à loger la future région dopée du
25 second type de conductivité, en incluant latéralement, la portion 40.1 non dopée de substrat 40 séparant la région dopée 44.1 du premier type de conductivité de la future région dopée du second type de conductivité.
30 Dans l'exemple décrit la fenêtre 45 est en forme de T mais ce n'est qu'un exemple en aucun cas limitatif, la

fenêtre 45 pourrait bien sûr comporter plusieurs doigts au lieu d'un seul.

De préférence, l'épaisseur gravée pour faire la fenêtre 45 est supérieure à celle de la couche dopée 44. La gravure attaque le substrat 40. La raison en est qu'ainsi on diminue encore plus le risque court-circuit entre la région dopée 44.1 du premier type de conductivité et la future région dopée du second type de conductivité.

Dans un autre mode de réalisation, la région dopée 44.1 du premier type de conductivité est réalisée par sérigraphie. Sur le substrat 40, on forme une couche diélectrique 55, par exemple en oxyde ou en nitrure de silicium (figure 4C). Une couche en oxyde de silicium peut être réalisée par oxydation thermique. On décape dans ce diélectrique 55 une zone dont le contour correspond à celui de la future région dopée du premier type de conductivité. Ce décapage se fait par sérigraphie à l'aide d'une pâte décapante à travers un écran de sérigraphie (non représenté). Les techniques de sérigraphie sont connues en microélectronique. La pâte décapante est adaptée à la nature du diélectrique 55 à ôter. Le dopage peut se faire comme décrit précédemment par exemple par diffusion d'atomes de phosphore au niveau de la zone décapée ou par implantation d'ions phosphore (figure 4D). Le diélectrique restant 55.1 assure une protection du substrat vis-à-vis du dopage. On peut ensuite ôter par attaque chimique sélective, par exemple, le diélectrique restant de manière à former une fenêtre 45 qui délimite la région dopée 44.1 du premier type de

conductivité (figure 4E). Cette fenêtre laisse apparaître le substrat 40 non dopé. La gravure chimique n'attaque pas le substrat.

En variante, on peut conserver le
5 diélectrique qui reste après l'étape de décapage (figure 4D). Ce diélectrique forme la fenêtre référencée 55.1, elle délimite la région dopée 44.1 du premier type de conductivité.

Une première zone de métallisation 46 est
10 connectée à la région dopée 44.1 du premier type de conductivité. La réalisation de cette première zone de métallisation 46 (ou métallisation anodique) est une étape de métallisation par exemple par sérigraphie ou impression par jet métallique. La métallisation peut
15 être à base d'un métal noble tel l'argent ou l'or. La première zone 46 de métallisation comporte des métallisations 46.2 espacées les unes des autres qui peuvent prendre par exemple la forme de doigts 46.2. Ces doigts 46.2 sont reliés à une extrémité à la
20 manière d'un peigne de manière à comporter une plage de métallisation 46.1. Dans l'exemple décrit, cette étape de métallisation a lieu après l'étape de gravure de la fenêtre 45. La première zone 46 de métallisation est visible sur les figures 6A, 6B. Ces figures sont basées
25 sur la configuration obtenue avec le premier mode de réalisation de la région dopée du premier type de conductivité. On comprend bien qu'avec les configurations dans lesquelles la région dopée a été obtenue après une étape de sérigraphie, on procéderait
30 de manière similaire, c'est pourquoi aucune illustration n'a été faite.

Il est bien entendu que cette étape de métallisation pourrait avoir lieu après l'étape d'ouverture de la fenêtre 45. La première zone 46 de métallisation peut ne recouvrir que partiellement la
5 région dopée 44.1 du premier type de conductivité comme sur les figures 6A, 6B ou au contraire la recouvrir entièrement.

L'étape suivante est une étape de dépôt d'une couche diélectrique 47 sur la structure obtenue,
10 elle recouvre directement la première zone 46 de métallisation, éventuellement la région dopée 44.1 du premier type de conductivité et le substrat 40 mis à nu par la fenêtre 45. La couche diélectrique 47 est visible sur les figures 7A1, 7A2, 7B. La figure 7A1 se
15 base sur la configuration dans laquelle la région dopée du premier type de conductivité a été obtenue par le premier mode de réalisation. La figure 7A2 se base sur la configuration dans laquelle la région dopée du premier type de conductivité a été obtenue par
20 sérigraphie, la fenêtre 55.1 qui contribue à délimiter cette région étant en matériau diélectrique. La figure 7B s'applique aux deux cas.

La couche diélectrique 47 va servir à isoler la première zone 46 de métallisation de la
25 future seconde zone de métallisation réalisée ultérieurement. Le matériau diélectrique peut être par exemple un oxyde de silicium ou un nitrure de silicium. Il peut être déposé par exemple par une technique de dépôt chimique en phase vapeur assisté par plasma
30 (connu sous la dénomination anglo-saxonne PECVD pour

Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition) ou tout autre technique appropriée.

L'étape suivante est une étape de gravure de la couche diélectrique 47 pour mettre à nu le substrat 40 au niveau de la fenêtre 45 (ou 55.1). On réalise par cette étape une première ouverture 48 de superficie plus petite que celle de la fenêtre 45 (figures 8A, 8B). Ces figures concernent le premier mode de réalisation de la région dopée du premier type de conductivité. Le contour de cette première ouverture 48 correspond à celui voulu pour la future région dopée de second type de conductivité qui va être réalisée par la suite. Autour de cette ouverture se trouve la portion 40.1 non dopée de substrat 40 qui sert latéralement de barrière entre la région dopée 44.1 de premier type de conductivité et la future région dopée de second type de conductivité. Cette portion 40.1 non dopée de substrat 40 peut avoir une largeur d'environ 10 micromètres. Cette étape de gravure est avantageusement réalisée par laser lorsque la première ouverture 48 est très fine. On peut facilement atteindre des largeurs d'ouverture de l'ordre de quelques dizaines de micromètres. D'autres méthodes de gravure peuvent être employées, si elles sont compatibles avec la finesse de l'ouverture désirée. On peut en particulier citer la sérigraphie à l'aide d'une pâte décapante appropriée à la nature du diélectrique 47.

L'étape de gravure peut également réaliser une seconde ouverture 49 dans la couche diélectrique 47 au niveau de la première zone 46 de métallisation pour

mettre à nu la plage de métallisation 46.1 (figures 8A, 8B). Cette mise à nu peut être partielle ou totale.

Il faut ensuite réaliser la zone dopée 50 du second type de conductivité et la seconde zone 51 de métallisation devant être connectée avec elle. Il est possible de réaliser ces deux éléments en même temps en déposant au-dessus de la couche de diélectrique 47, dans la première ouverture 48, mais pas dans la seconde ouverture 49 (si elle existe), un dépôt métallique 51 par exemple à base d'aluminium ou d'un alliage aluminium argent par sérigraphie ou impression par jet métallique. Ce dépôt est suivi d'un recuit thermique à des températures de l'ordre de 400°C à 800°C. Ce recuit thermique permet aux atomes métalliques de diffuser dans le substrat 40, cette diffusion conduisant au dopage du second type de conductivité de la partie mise à nu par la première l'ouverture 48. On a ainsi formé la zone dopée 50 du second type de conductivité. Il s'agit dans cet exemple d'un dopage de type p⁺. Cette zone dopée 50 est également appelée champ de surface arrière.

La couche métallique 51 forme la seconde zone 51 de métallisation (ou métallisation cathodique) qui coopère avec la région dopée 50 du second type de conductivité (figures 9A, 9B). Ainsi la seconde zone 51 de métallisation est auto-alignée avec la première zone 46 de métallisation sans pour autant à avoir à utiliser un masque complexe de lithographie. La seconde zone 51 de métallisation est parfaitement isolée électriquement de la première zone 46 de métallisation par la couche diélectrique 47.

Au lieu de réaliser la région dopée 50 ayant le second type de conductivité avec le matériau de la seconde zone de métallisation en tant que dopant, il est possible dans une première étape de réaliser un
5 dopage du substrat 40 au niveau de la première ouverture 48 par diffusion ou implantation ionique avec un matériau approprié. Dans l'exemple ce matériau, qui peut être du bore, conduit à un dopage de type p+. Ultérieurement on réalise la métallisation conduisant à
10 la seconde zone 51 de métallisation.

La zone de métallisation 46 la moins éloignée du substrat peut être configurée en peigne avec des doigts 46.2 et une plage de métallisation 46.1 reliant les doigts, le diélectrique 47 et la zone de
15 métallisation 51 la plus éloignée du substrat laissant apparaître au moins partiellement la plage de métallisation 46.1.

Toutes les étapes qui viennent d'être décrites peuvent être utilisées pour réaliser un
20 dispositif semi-conducteur similaire à celui décrit aux figures 2A, 2B sur substrat épais. Ainsi dans les deux exemples présentés, une des zones de métallisation au moins comporte des contacts séparés par au moins un espace (référéncé 55 sur les figures 6A, 6B). Ces
25 contacts se trouvent au niveau de la région dopée avec laquelle la zone de métallisation coopère. La connexion de l'autre zone de métallisation avec la région dopée correspondante se fait dans l'espace 55.

On rapporte ensuite, par exemple par
30 collage, un support 52 isolant électrique et bas coût par exemple en verre, matière plastique supportant les

températures relativement élevées (de l'ordre de 350°C par exemple) pour être compatible avec les étapes technologiques ultérieures, céramique ou autre, sur la seconde zone 51 de métallisation la plus éloignée du substrat (figure 10). La colle est référencée 53. La distribution de colle 53 peut se faire par sérigraphie pleine plaque de manière aisée. L'épaisseur de colle 53 est sensiblement constante si la surface libre de la seconde zone 51 de métallisation est sensiblement plane. Le collage est beaucoup plus facile que s'il devait se faire sur une face avec des reliefs comme cela se passe dans le brevet américain US-A-6 426 235 cité au début. Il fallait alors remplir soigneusement de colle les zones entre les métallisations.

On peut alors séparer la couche mince 43 du substrat de base 42 au niveau de la couche fragilisée 41 (figure 10) grâce à un traitement thermique et/ou l'application de forces mécaniques par exemple.

On peut prévoir une couche de protection 54 sur la face de la couche mince 43 au niveau de la séparation (figure 10). On peut par exemple déposer une couche de diélectrique par exemple de l'oxyde de silicium ou du nitrure silicium, déposé par exemple à 350°C. Il faut que cette couche qui joue un rôle de couche antiréflexive, de passivation et de protection soit transparente à l'éclairement auquel le dispositif va être exposé si le dispositif décrit est une cellule solaire.

Un intérêt de la métallisation formant la seconde zone 51 de métallisation est d'une part qu'elle recouvre pratiquement toute la face traitée du substrat

40 et d'autre part qu'elle est réfléchissante de la lumière ayant pénétré dans le substrat 40 sans être absorbée. Elle permet un très bon confinement optique et un rendement de conversion amélioré par rapport aux
5 cellules n'ayant pas cet élément réfléchissant. Cet avantage se fait particulièrement sentir dans les cellules ayant un substrat de faible épaisseur, inférieur à environ 50 micromètres, de type cellule en couche mince de silicium monocristallin puisque de la
10 lumière peut traverser toute l'épaisseur sans être absorbée.

Un autre avantage de cette métallisation est qu'elle peut être réalisée sans alignement fin. On peut ainsi s'affranchir des problèmes d'alignement de
15 masques inhérents aux métallisations imbriquées ou inter-digitées. Il suffit d'épargner la plage de métallisation 46.1 de la première zone 46 de métallisation réalisée.

Un tel procédé peut aussi bien être utilisé
20 pour réaliser des cellules solaires très haut rendement avec des étapes de lithographie que des cellules solaires bas coût réalisées dans un contexte industriel avec sérigraphie et/ou utilisation de gravure laser.

Bien que plusieurs modes de réalisation de
25 la présente invention aient été représentés et décrits de façon détaillée, on comprendra que différents changements et modifications puissent être apportés sans sortir du cadre de l'invention. Dans les exemples décrits, le premier type de conductivité est de type n+
30 et le second de type p+. Il est bien sûr possible que ce soit l'inverse, l'homme du métier n'ayant aucun

problème pour choisir des matériaux appropriés conduisant à ces conductivités. Plusieurs dispositifs semi-conducteurs conformes à l'invention peuvent être réalisés en même temps sur le substrat, les dispositifs
5 unitaires peuvent ensuite être dissociés ou bien être reliés électriquement pour obtenir un module conforme à celui de la figure 2B.

REVENDICATIONS

1. Procédé de réalisation d'un dispositif semi-conducteur comportant les étapes suivantes :

- 5 . - réalisation sur une première face principale (40.2) d'un substrat semi-conducteur (40) d'une région dopée (44.1) d'un premier type de conductivité et d'au moins une fenêtre (45) délimitant la dite région,
- 10 - dépôt d'une première zone (46) de métallisation sur la région dopée (44.1) du premier type de conductivité,
- dépôt d'une couche diélectrique (47) sur au moins la fenêtre (45) et la première zone (46) de
- 15 métallisation,
- gravure d'au moins une première ouverture (48) dans la couche diélectrique (47) au niveau de la fenêtre (45) mettant à nu le substrat (40), destinée à accueillir une région dopée (50) d'un second type de
- 20 conductivité tout en aménageant latéralement une portion non dopée (40.1) du substrat semi-conducteur entre la région dopée (50) du second type de conductivité et la région dopée (44.1) du premier type de conductivité,
- 25 - dopage du substrat (40) conduisant à la région dopée (50) du second type de conductivité,
- dépôt d'une seconde zone (50) de métallisation recouvrant la couche diélectrique (47) et venant en contact avec la région dopée (50) du second
- 30 type de conductivité.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la région dopée (44.1) du premier type de conductivité est réalisée par dépôt d'une couche dopée (44) du premier type de conductivité sur la face principale (40.2) du substrat et gravure dans la couche dopée du premier type de conductivité de la fenêtre mettant à nu le substrat.

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la région dopée (44.1) du premier type de conductivité est réalisée par formation d'une couche diélectrique (55) sur la face principale (40.2) du substrat, par décapage d'une partie du diélectrique (55) à l'aide d'une pâte décapante par sérigraphie formant une zone décapée au contour de la future région dopée du premier type de conductivité, par dopage de la zone décapée, par retrait du diélectrique (55) restant pour former la fenêtre (45).

4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la région dopée (44.1) du premier type de conductivité est réalisée par formation d'une couche diélectrique (55) sur la face principale (40.2) du substrat, par décapage d'une partie du diélectrique (55) à l'aide d'une pâte décapante par sérigraphie formant une zone décapée au contour de la future région dopée du premier type de conductivité, par dopage de la zone décapée, le diélectrique (55) restant formant la fenêtre (55.1).

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'au moins une gravure est une gravure laser.

5 6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'au moins une des gravures est une gravure par sérigraphie.

7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'au moins une zone de métallisation se fait par sérigraphie.

8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que la région dopée (44.1) du premier type de conductivité et la région dopée (50) du second type de conductivité sont imbriquées l'une dans l'autre.

9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que la première ouverture (48) est plus petite en superficie que la fenêtre (45).

10. Procédé selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que le dépôt de la première zone (46) de métallisation sur la région dopée (44.1) du premier type de conductivité se fait avant ou après l'étape de gravure de la fenêtre (45).

11. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que la gravure de la couche dopée

(44) du premier type de conductivité attaque le substrat (40) semi-conducteur.

12. Procédé selon l'une des revendications
5 1 à 11, caractérisé en ce que l'étape de dépôt de la
seconde zone (51) de métallisation précède celle de
dopage du substrat (40) conduisant à la région dopée
(50) du second type de conductivité, le matériau de la
seconde zone (51) de métallisation étant recuit de
10 manière à diffuser dans le substrat au niveau de la
première ouverture (48).

13. Procédé selon l'une des revendications
1 à 12, caractérisé en ce que le substrat (40) comporte
15 un empilement avec une couche fragilisée (41) et une
couche mince (43), la couche fragilisée étant en
profondeur, la face principale (40.2) du substrat sur
laquelle la couche dopée (44) du premier type de
conductivité est déposée étant une face de la couche
20 mince.

14. Procédé selon la revendication 13,
caractérisé en ce qu'il comporte une étape de fixation
de la seconde zone (51) de métallisation sur un support
25 (52) électriquement isolant.

15. Procédé selon la revendication 14,
caractérisé en ce qu'il comporte une étape de
dissociation de la couche mince (43) du substrat au
30 niveau de la couche fragilisée (41).

16. Procédé selon la revendication 15, caractérisé en ce qu'il comporte une étape de protection et de passivation de la couche mince (43) du côté où elle a été dissociée.

5

17. Procédé selon l'une des revendications 1 à 16, caractérisé en ce que l'étape de gravure de la première ouverture (48) inclut la gravure d'une seconde ouverture (49) au niveau de la première zone (46) de métallisation mettant à nu une plage de métallisation (46.1) dont est dotée la première zone (46) de métallisation.

10

18. Procédé selon la revendication 17, caractérisé en ce que l'étape de dépôt de la seconde zone (51) de métallisation épargne la seconde ouverture (49).

15

19. Procédé selon l'une des revendications 1 à 18, caractérisé en ce que le dispositif est formé d'une ou plusieurs cellules solaires (35).

20

20. Procédé selon la revendication 19, caractérisé en ce que les cellules solaires sont connectées en série et/ou en parallèle.

25

1 / 8

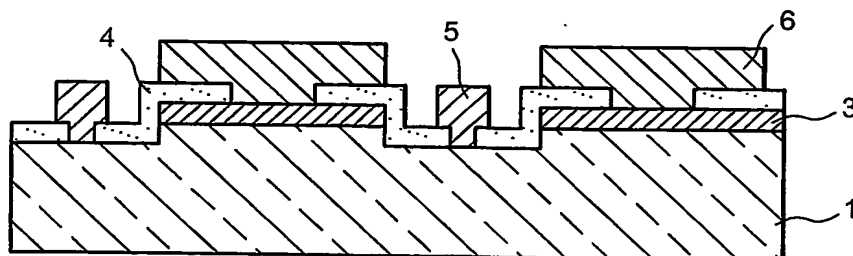


FIG. 1A

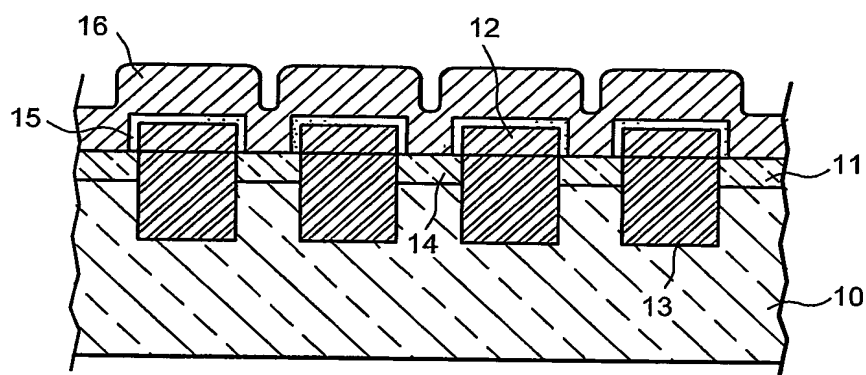


FIG. 1B

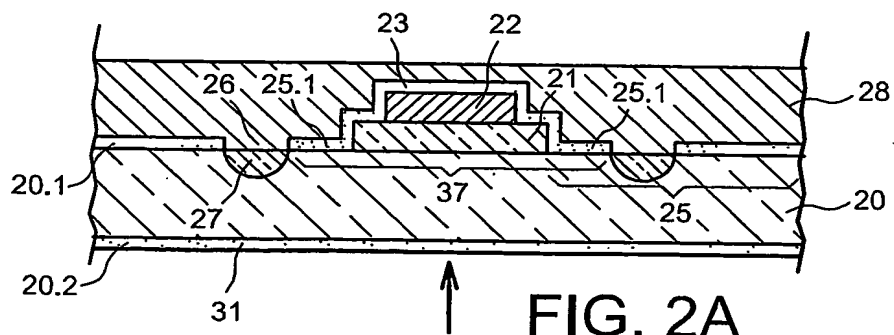
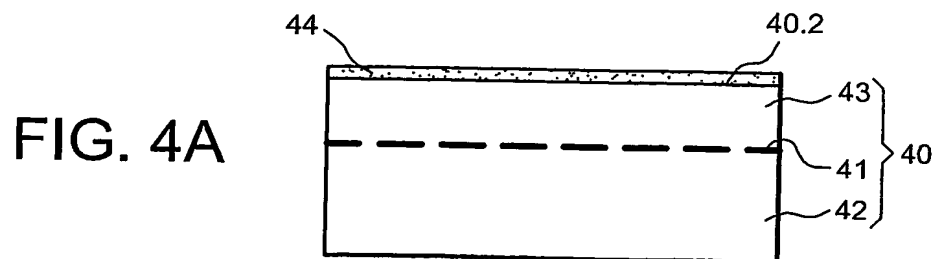
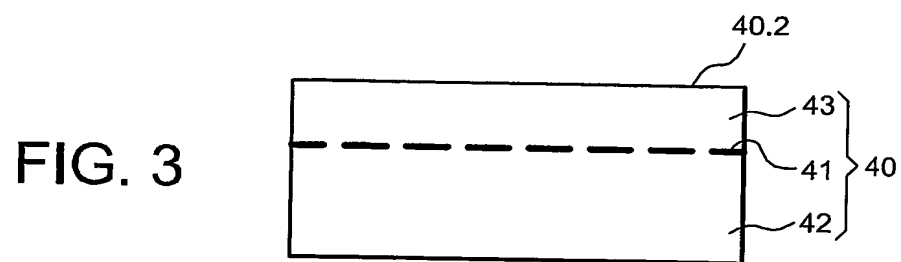
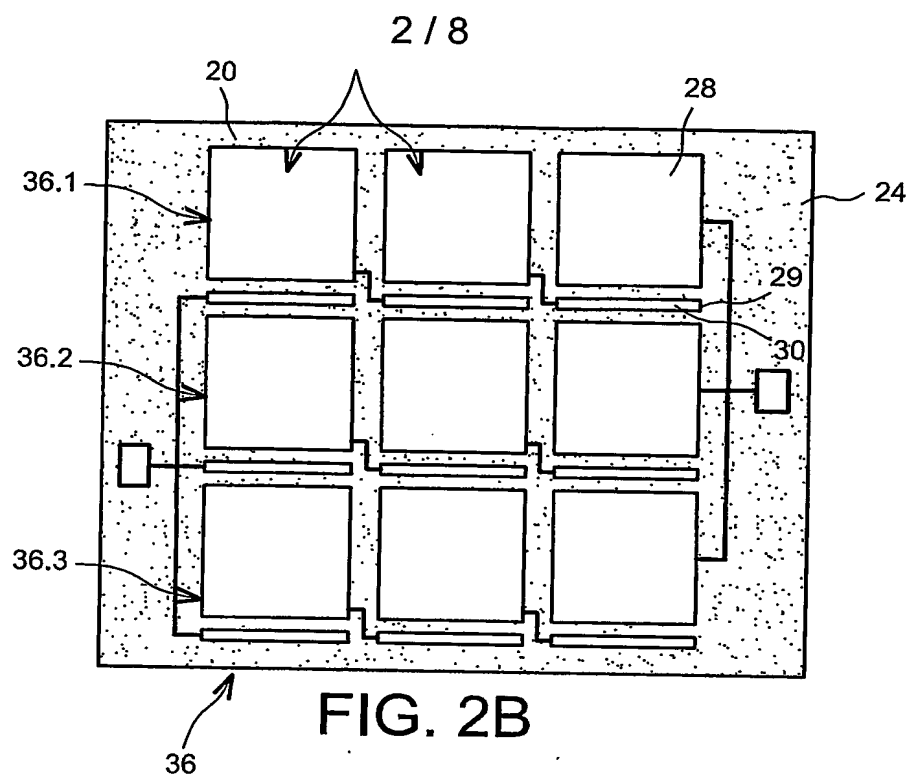


FIG. 2A



3 / 8

FIG. 4B

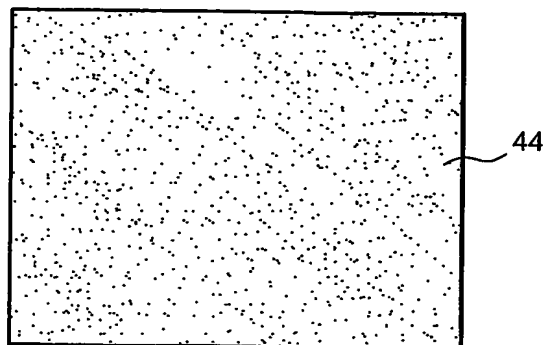


FIG. 4C

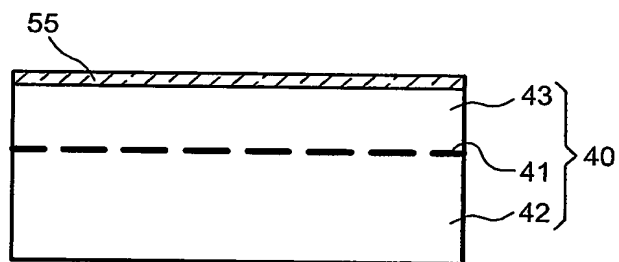
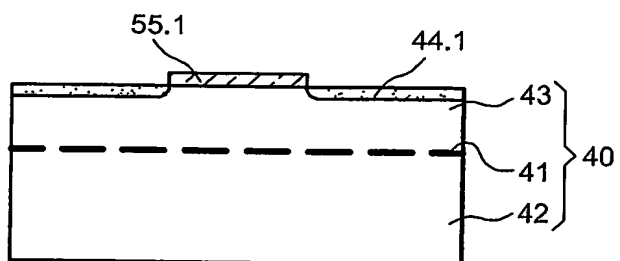


FIG. 4D



4 / 8

FIG. 4E

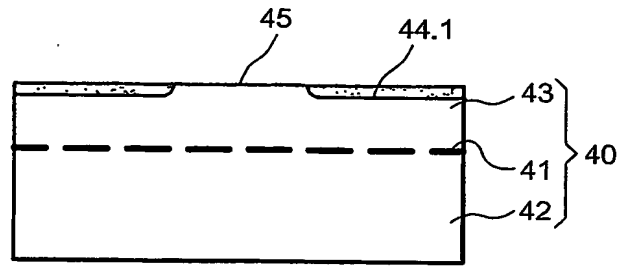


FIG. 5A

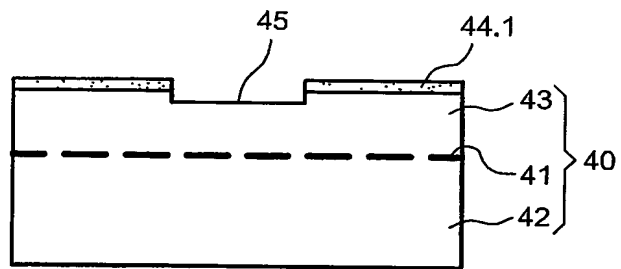
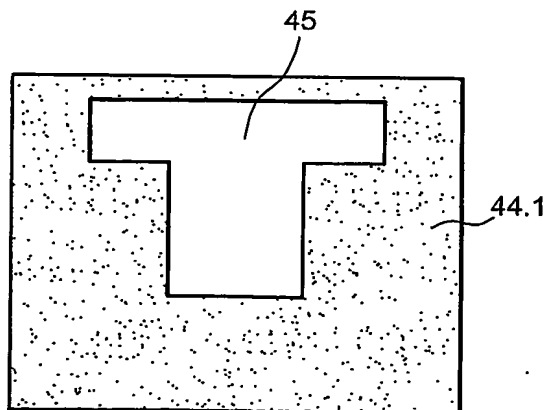


FIG. 5B



5 / 8

FIG. 6A

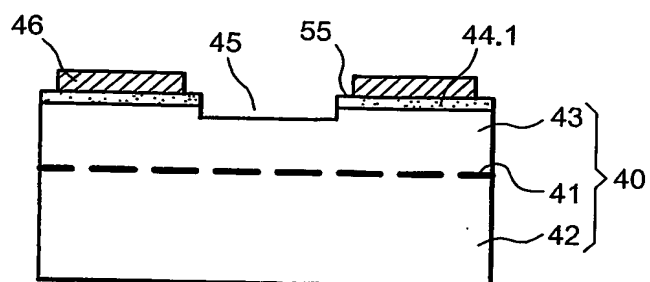


FIG. 6B

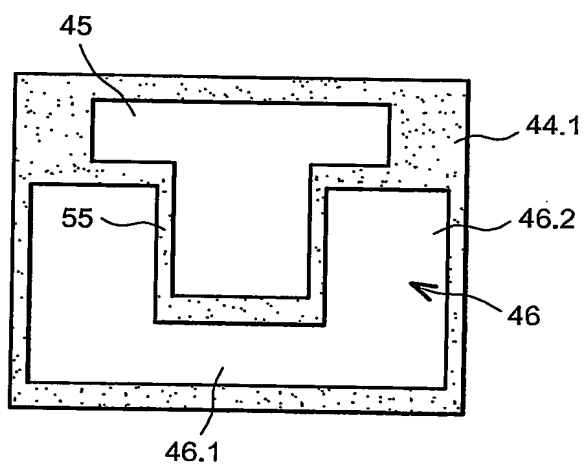
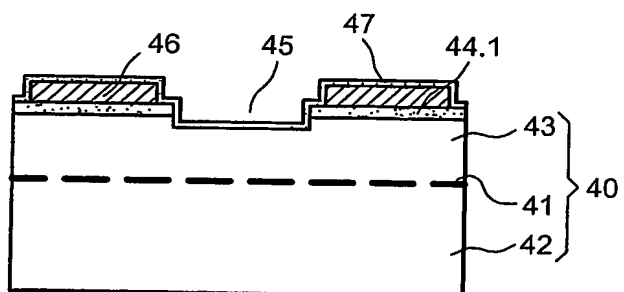


FIG. 7A1



6 / 8

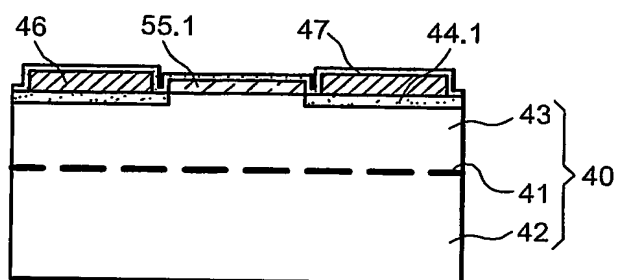


FIG. 7A2

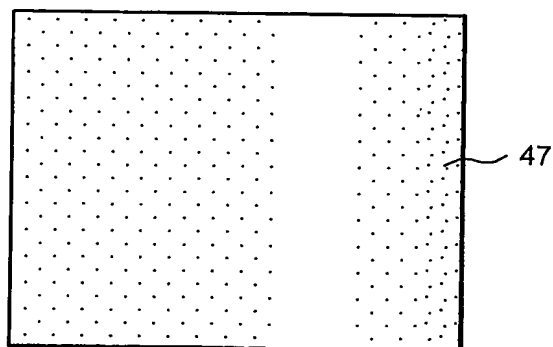


FIG. 7B

7 / 8

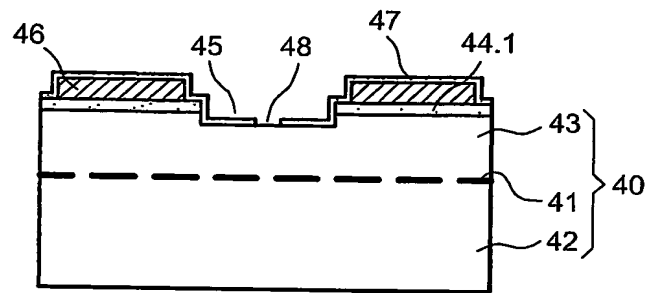


FIG. 8A

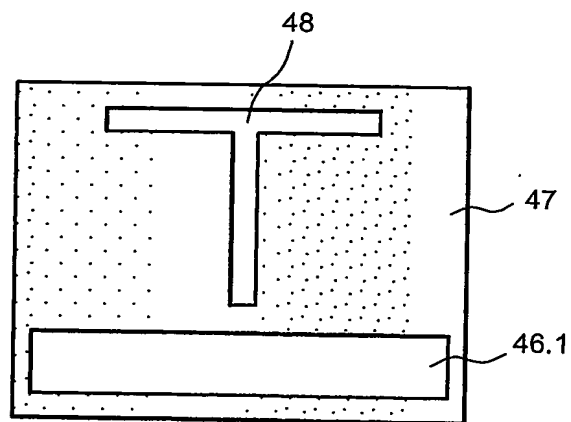


FIG. 8B

8 / 8

FIG. 9A

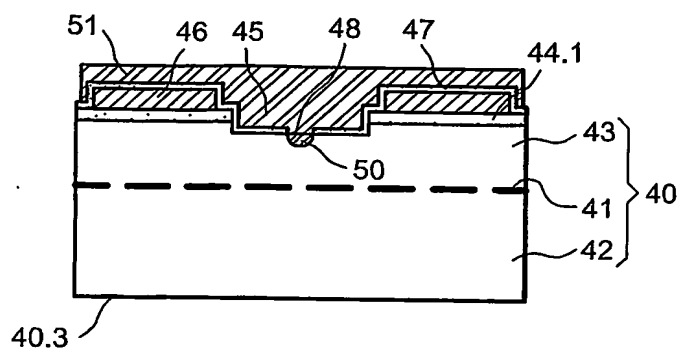


FIG. 9B

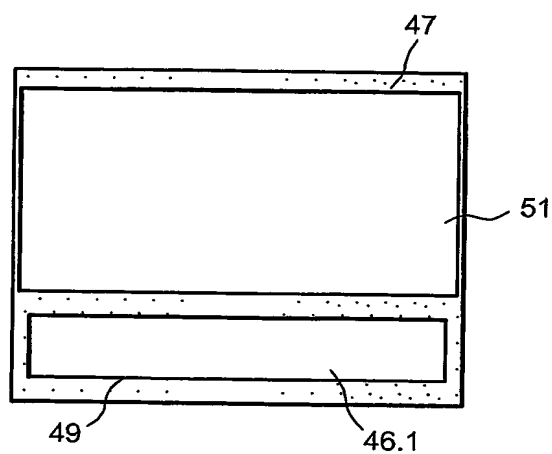
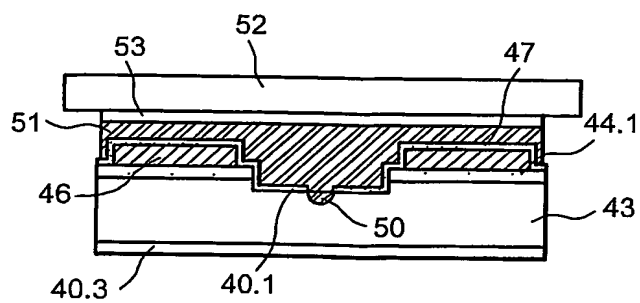


FIG. 10



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/FR2004/050173

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H01L31/0224 H01L31/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	SWANSON R M ET AL: "POINT CONTACT SILICON SOLAR CELLS" IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES, IEEE INC. NEW YORK, US, vol. 31, no. 5, May 1984 (1984-05), pages 661-664, XP001080038 ISSN: 0018-9383 the whole document	1,2, 8-11,19, 20
A	----- -/--	3-7

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

8 October 2004

Date of mailing of the international search report

15/10/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Boero, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Application No

CT/FR2004/050173

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>TILFORD C L ET AL: "Development of a 10 kW reflective dish PV system" PROCEEDINGS OF THE PHOTOVOLTAIC SPECIALISTS CONFERENCE. LOUISVILLE, MAY 10 - 14, 1993, NEW YORK, IEEE, US, vol. CONF. 23, 10 May 1993 (1993-05-10), pages 1222-1227, XP010113231 ISBN: 0-7803-1220-1 the whole document</p>	1-20
A	<p>VERLINDEN P ET AL: "MULTILEVEL METALLIZATION FOR LARGE AREA POINT-CONTACT SOLAR CELLS" PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL PHOTOVOLTAIC ENERGY CONFERENCE. FLORENCE, MAY 9 - 13, 1988, DORDRECHT, KLUWER, NL, vol. 2 CONF. 8, 9 May 1988 (1988-05-09), pages 1466-1471, XP000044541 the whole document</p>	1-20
A	<p>US 4 927 770 A (SWANSON RICHARD M) 22 May 1990 (1990-05-22) the whole document</p>	1-20
A	<p>US 6 396 046 B1 (KVASNICK ROBERT FORREST ET AL) 28 May 2002 (2002-05-28) the whole document</p>	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Application No

PCT/FR2004/050173

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4927770	A	22-05-1990	NONE	
US 6396046	B1	28-05-2002	EP 1145322 A1	17-10-2001
			JP 2003513472 T	08-04-2003
			WO 0133634 A1	10-05-2001

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Internationale No

PCT/FR2004/050173

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 H01L31/0224 H01L31/18

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 H01L

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	SWANSON R M ET AL: "POINT CONTACT SILICON SOLAR CELLS" IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES, IEEE INC. NEW YORK, US, vol. 31, no. 5, mai 1984 (1984-05), pages 661-664, XP001080038 ISSN: 0018-9383 le document en entier	1,2, 8-11,19, 20
A	----- -/-	3-7

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

T document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

X document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

Y document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

& document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

8 octobre 2004

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

15/10/2004

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Boero, M

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Internationale No

PCT/FR2004/050173

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>TILFORD C L ET AL: "Development of a 10 kW reflective dish PV system" PROCEEDINGS OF THE PHOTOVOLTAIC SPECIALISTS CONFERENCE. LOUISVILLE, MAY 10 - 14, 1993, NEW YORK, IEEE, US, vol. CONF. 23, 10 mai 1993 (1993-05-10), pages 1222-1227, XP010113231 ISBN: 0-7803-1220-1 le document en entier</p>	1-20
A	<p>VERLINDEN P ET AL: "MULTILEVEL METALLIZATION FOR LARGE AREA POINT-CONTACT SOLAR CELLS" PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL PHOTOVOLTAIC ENERGY CONFERENCE. FLORENCE, MAY 9 - 13, 1988, DORDRECHT, KLUWER, NL, vol. 2 CONF. 8, 9 mai 1988 (1988-05-09), pages 1466-1471, XP000044541 le document en entier</p>	1-20
A	<p>US 4 927 770 A (SWANSON RICHARD M) 22 mai 1990 (1990-05-22) le document en entier</p>	1-20
A	<p>US 6 396 046 B1 (KWASNICK ROBERT FORREST ET AL) 28 mai 2002 (2002-05-28) le document en entier</p>	1-20

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements

aux membres de familles de brevets

Internationale No

PCT/FR2004/050173

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4927770	A	22-05-1990	AUCUN	
US 6396046	B1	28-05-2002	EP 1145322 A1	17-10-2001
			JP 2003513472 T	08-04-2003
			WO 0133634 A1	10-05-2001